

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

4

S&H Form: (2/01)

Attorney Docket No. 1293.1234

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

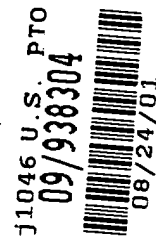
Seong-il CHO, et al.

Application No.:

Group Art Unit: Unassigned

Filed: August 24, 2001

Examiner: Unassigned



For: APPARATUS AND METHOD TO COMPENSATE FOR DISTURBANCE USING
LEARNING CONTROL IN AN OPTICAL RECORDING/REPRODUCING APPARATUS
AND OPTICAL RECORDING MEDIUM DRIVE SERVO SYSTEM

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No. 2000-49866

Filed: August 26, 2000

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

By:

Michael D. Stein
Registration No. 37,240

Date: August 24, 2001

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500
©2001 Staas & Halsey LLP

j1046 U.S. PTO
09/938304
08/24/01

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

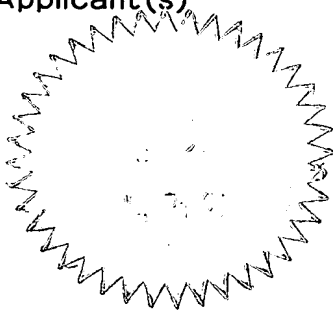
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 49866 호
Application Number

출원년월일 : 2000년 08월 26일
Date of Application

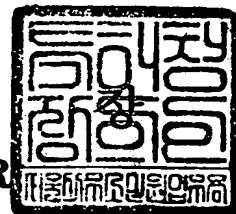
출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s)



2000 년 12 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2000.08.26
【국제특허분류】	G02F
【발명의 명칭】	광 기록/재생 장치에서 학습 제어를 이용한 외란 보상 장치 및 방법과, 그를 이용한 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템
【발명의 영문명칭】	Disturbance compensating method and apparatus by a Learning-control, and optical recording/reproducing medium driving servo system thereby
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	최흥수
【대리인코드】	9-1998-000657-4
【포괄위임등록번호】	1999-009578-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조성일
【성명의 영문표기】	CHO, Seong Il
【주민등록번호】	710513-1953111
【우편번호】	152-051
【주소】	서울특별시 구로구 구로1동 구일우성아파트 203동 1606호
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

서종언

【성명의 영문표기】

SEO, Joong Eon

【주민등록번호】

590426-1845812

【우편번호】

437-082

【주소】

경기도 의왕시 내손2동 633 대우아파트 7동 108호

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

전진훈

【성명의 영문표기】

JEON, Jin Hoon

【주민등록번호】

711230-1473512

【우편번호】

440-240

【주소】

경기도 수원시 장안구 연무동 197-21 성원아파트 101동 607호

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

정수열

【성명의 영문표기】

JUNG, Soo Yul

【주민등록번호】

630913-1105910

【우편번호】

435-042

【주소】

경기도 군포시 산본2동 1084-2번지 301호

【국적】

KR

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 이영

필 (인) 대리인

최홍수 (인) 대리인

이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

13 면 13,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

0 항 0 원

【합계】

42,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 학습 제어를 이용한 외란 보상 장치 및 방법에 관한 것으로서, 외란 보상이 이뤄지는 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템은, 기록매체 상에 데이터를 기록하거나 기록된 데이터를 재생하기 위한 헤드의 위치를 변경하기 위한 액츄에이터 수단; 기록매체 상의 기준 위치와 헤드의 실제 위치 사이의 오차(위치 에러)를 검출하기 위한 오차 검출 수단; 오차 검출 수단으로부터의 출력값을 받아 액츄에이터 수단을 구동하기 위한 출력값을 생성하는 보상기 수단; 편심등의 주기적 외란등에 기인한 액츄에이터 수단의 한 주기 동안의 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 저장하는 제1메모리 수단; 제1메모리 수단의 내용을 위상에 따라 변환 저장하는 제2메모리 수단; 위상에 따라 상기 제1메모리 수단과 제2메모리 수단의 어드레스를 발생하는 타이밍 제어 수단; 및 제1메모리 수단 또는 제2메모리 수단의 출력을 보상기 수단의 출력과 함께 액츄에이터 수단에 가해주기 위한 가산 수단을 구비함을 특징으로 한다.

본 발명에 의하면, 편심을 포함한 주기적 외란 성분에 대해, 기록매체의 재생 속도 변화에 따른 스핀들 속도 변화와 같은 주기 변화에 무관하게, 미리 학습된 제어 결과를 적용하여, 빠르고 효과적인 보상이 이뤄질 수 있다.

【대표도】

도 7a

【명세서】

【발명의 명칭】

광 기록/재생 장치에서 학습 제어를 이용한 외란 보상 장치 및 방법과, 그를 이용한

광 기록 매체 드라이브 서보 시스템{Disturbance compensating method and apparatus by a learning-control, and optical recording/reproducing medium driving servosystem and thereby }

【도면의 간단한 설명】

도 1은 광 기록매체의 편심에 의한 트래킹 에러 신호의 일례를 도시한 것이다.

도 2는 일반적인 광 기록매체의 픽업헤드 위치 제어 시스템의 블록도이다.

도 3은 도 2의 제어 시스템에 대해 외란 보상을 수행하는 루틴을 추가한 종래 기술의 일실시예이다.

도 4는 도 2의 제어 시스템에 대해 외란 보상을 수행하는 루틴을 추가한 종래 기술의 다른 실시예이다.

도 5는 본 발명의 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템의 블록도이다.

도 6은 본 발명에 따른 학습 제어식 외란 보상 모듈의 블록도이다.

도 7a는 도 6에서 한 트랙 회전 주기 동안 발생된 편심등의 주기적 외란 파형에 대해 샘플링 시점들과 그 트랙 회전 스핀들 위상을 나타내는 펄스 에지에 대응하는 시점들을 예를 들어 표시한 것이다.

도 7b는 도 7a의 각 시점에 대응하여 도 5 및 도 6의 제1메모리 수단 및 제2메모리 수단에 저장되는 제어 입력 테이블의 예를 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 학습 제어식 외란 보상 방법의 동작 흐름도를 도시한 것이다.
도 9는 광 기록매체의 배속 변화에 대응한 여러 보상 제어 입력값들의 예를 도시한 것이다.
도 10a와 도 10b는 본 발명을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우의 트랙 에러를, 각각 회전 속도를 달리하여 나타낸 시험 결과이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<12> 본 발명은 광 기록/재생 매체상의 외란 보상에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 디스크 드라이브 시스템에 존재하는 편심등의 주기적인 외란을 보상하기 위해 주기적인 반복 학습 방법에 따른 피드포워드 제어를 수행하여 그 제어 결과를 기억하고 이후 발생되는 외란에 그 제어 결과를 이용하여 외란을 보상하는, 광 기록/재생 장치에서 학습 제어를 이용한 외란 보상 장치 및 방법과, 그를 이용한 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템에 관한 것이다.

<13> 도 1은 광 기록매체의 편심에 의한 트래킹 에러 신호의 일례를 도시한 것이다. 광 기록매체의 편심은 디스크 트랙을 돌면서 그로부터 데이터를 읽기 위해 빔을 조사하는 광 기록매체 드라이브의 픽업 헤드(PUH)가 디스크의 한 트랙을 회전

할 때 트랙 중심으로부터 주기적으로 벗어나는 상태를 말한다. 광 기록매체 드라이브 시스템에 있어서는 광 기록매체의 편심이 주요한 주기적 외란 성분으로 작용해 왔고, 배속이 높아질 수록 편심의 영향은 더욱 커지는 양상을 보이고 있다. 이러한 편심을 보상하지 않으면, 트랙의 정확한 신호를 재생해 낼 수 없기 때문에, 종래의 시스템은 이러한 편심을 보상하기 위해 다양한 보상 방법을 사용해 왔다.

도 2는 일반적인 광 기록매체의 픽업헤드(PUH) 위치 제어 시스템의 블록도로서, 픽업헤드(미도시)의 바람직한 위치를 지시하는 위치 명령을 입력 신호로 한다. 픽업헤드의 위치를 이동시키는 광 기록매체 드라이브의 액츄에이터(220)의 실제 위치를 나타내는 신호가 음의 방향으로 피드백 되어 가산기(200)를 통해서 위치 명령 신호와 더해진다. 가산기(200)로부터 출력된 에러 신호(e)는 제어기(210)로 입력되고, 제어기(210)는 그 에러 신호(e)를 보상하는 소정 알고리즘을 수행하고 그에 따라 보상된 제어기 출력 신호를 액츄에이터(220)에 인가한다. 액츄에이터(220)는 제어기(210)로부터 입력된 보상 신호에 따라 픽업헤드(미도시)의 위치를 이동시킨다. 이러한 동작들이 반복 되어, 픽업헤드의 위치를 조정하게 되나, 이러한 제어 시스템으로는 무시할 수 없는 크기의 편심등의 외란에 대해 대응이 불가능하다.

<15> 도 3은 도 2의 제어 시스템에 대해 외란 보상을 수행하는 루틴을 추가한 종래 기술의 일실시예이다. 이 시스템에서는 A라는 편심 크기를 가지고, ω 의 디스크 회전 주파수를 가지며, ϕ 라는 편심 위상을 가지는 완전한 정현파 $A\sin(\omega t + \phi)$ 를 편심 신호로 가정하여 보상을 수행(300)하며, 이러한 방법은 미국 특허

5,892,742에 개시되어 있다. 도 3의 시스템 동작을 설명하면, 우선 트랙킹 제어 시작 전, 도 1과 같이 나타나는 에러 파형으로부터 피드포워드(feedforward) 입력을 산출한다. 즉, 도 1에 보이는 트랙 일회전(한 주기)시에 나타나는 트랙 에러의 수를 이용하여 편심의 크기를 결정하고 편심 위상은 1회전을 나타내는 액츄에이터 쿼터 톱니바퀴 인덱스 기준 신호와 트랙 에러의 주기가 가장 크게 나오는 위치까지의 자연계산으로부터 편심의 위상을 결정한다. 이렇게 계산된 피드포워드 제어 입력을 도 2의 제어기(210) 출력에 더해지도록 인가한다. 이러한 외란 보상 방법은 그 구현이 매우 간단하므로 적용하기 쉽다는 장점이 있으나, 기존의 서보(액츄에이터) 제어 시스템의 응답 특성을 고려하지 않는 일종의 오픈 루프(open loop) 방법이고 편심을 포함한 주기적인 외란은 완전한 정현파로 근사화되지 않으므로 그 성능에 한계가 있다.

<16> 도 4는 도 2의 제어 시스템에 대해 외란 보상을 수행하는 루틴을 추가한 종래 기술의 다른 실시예이다. 도 4의 시스템은 미국 특허 5,550,685에 개시되어 있는 것으로, 하드 디스크 드라이브 시스템에 적용된다. 이 제어 시스템에서는 우선 제어 시작 전에, 트랙 에러 신호를 이용하여 고정된 피드포워드 제어 입력을 구하여 테이블(400)로 저장해 놓고 제어시 이 저장된 제어 입력을 이용하여 외란으로 인한 에러 보상을 수행한다. 또한, 드라이브 시스템 가동시 외부 요인에 의해 주기적인 런아웃(RRO; Repeatable RunOut)의 특성 변화가 발생하는 것에 대비해 별도로 적응(adaptive) 피드포워드 제어부(410)를 추가로 구성하여 시스템에 인가한다. 이를 위해 위치 에러 신호(PES; Position Error Signal)로부터 특정 주파수 성분을

추출하기 위해 이산 푸리에 변환(DFT)을 수행하고 다시 역이산 푸리에 변환(IDFT)을 수행하여 그로부터 특정 주파수 성분 신호를 구한다. 구해진 특정 주파수 성분 신호를 PES 신호에 더해 기존의 서보 제어 루프의 에러 입력에 가산시킨다. 이러한 방법을 통

해 에러 보상 제어가 수행될 수 있게 된다. 도 4의 시스템은 전체적인 폐루프

(closed-loop) 응답 특성을 고려하여 구현하는 것으로 복잡하지만 도 3과 같은 방식보다

효과적인 외란 보상 시스템이라 할 수 있다. 그러나, 이 경우에 있어서는, 실제로

디스크 드라이브 시스템의 제어 영역에 존재하는 여러 가지 주파수의 외란 성분을 전체

적으로 고려하기 보다는 특정 주파수 성분의 외란만을 고려하고 있고, 배속 변화와 같은

주기 변화에 대해 대응이 어렵다는 문제점을 가진다.

<17> 따라서 디스크 드라이브 시스템과 같은 주기적 시스템에 있어서, 고성능 외란 보상

을 위해 제어 영역내의 모든 주파수 성분을 고려하여 그에 따른 제어 입력을 계산할 필

요가 있으며, 배속 변화와 제어 모드 변화에 따른 시스템 주기 변화의 경우에 효과적으

로 대응할 수 있는 새로운 외란 보상 방법 및 장치가 필요로 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<18> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 광 기록매체 기록/재생시 그 제어영역내

모든 주파수 성분의 주기적인 외란과 광 기록매체의 회전 배속 변화를 고려한 디스크 외란 보상 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<19> 상기 과제를 해결하기 위한, 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시

스템은, 기록매체 상에 데이터를 기록하거나 기록된 데이터를 재생하기 위한

헤드의 위치를 변경하기 위한 액츄에이터 수단; 상기 기록매체 상의 기준 위치와 헤드의

실제 위치 사이의 차이(위치 에러)를 검출하기 위한 오차 검출 수단; 상기 오차 검출 수

단으로부터의 출력값을 받아 액츄에이터 수단을 구동하기 위한 출력값을 생성하는 보상

기 수단; 편심등의 주기적 외란등에 기인한 상기 액츄에이터 수단의 한 주기 동안의 위

치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 저장하는 제1메모리 수단; 제1메모리 수단의 내용

을 위상에 따라 변환 저장하는 제2메모리 수단; 위상에 따라 상기 제1메모리 수단과

제2메모리 수단의 어드레스를 발생하는 타이밍 제어 수단; 및 제1메모리 수단 또는 제2메모리

수단의 출력을 보상기 수단의 출력과 함께 액츄에이터 수단에 가해주기 위한 가산 수

단을 구비함을 특징으로 한다.

상기 제1메모리 수단은, 상기 위치 에러가 소정값 이하가 될 때까지, 상기 위치 에

러를 필터링한 값과, 이전에 제1메모리에 저장되어 있던 값을 필터링한 값이 더해진 결

과가 이전에 제1메모리에 저장된 값에 업데이트되는 동작의 반복을 통해, 정해진 회전

시간 동안에 발생하는 상기 위치 에러 보상을 위한 제어 입력(들)을 저장함이 바람직하

다.

상기 더해진 결과가 반복 횟수가 길어질 수록 수렴하는 결과가 되도록 필터링 계수

가 정해짐이 바람직하다.

<22> 상기 타이밍 제어 수단은, 상기 기록 매체를 회전시키는 스핀들 모터의 주파수(FG)

를 이용하여 제1메모리 수단에는 한 회전 주기 동안의 위치 에러에 대한 샘플링 횟수에

대응하는 어드레스를 발생시키고, 제2메모리 수단에는 한 회전 주기 동안에 발생하는 FG

의 상승 및 하강 에지 들의 갯수에 상응하는 어드레스를 발생시킴이 바람직하다.

<23> 상기 제2메모리 수단의 각 어드레스에 저장된 보상 제어 입력들 간의 값을 보상하

기 위해 보간을 수행하는 보간 수단을 더 포함함이 바람직하다.

<24> 제1메모리 수단에 제어 입력 값들이 저장되는 과정 중에는 상기 가산 수단에 제1메모리 수단의 제어 입력 값을 출력하고, 그 과정이 끝나면 상기 보간 수단으로부터의 제어 입력 값을 출력하는 멀티플렉서 수단을 더 포함함이 바람직하다.

<25> 상기 다른 과제를 해결하기 위한 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템에 부가적으로 부착되어 광 기록 매체상에 발생하는 편심등의 주기적 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 발생하는, 학습 제어식 외란 보상 모듈은, 상기 트랙 위치 에러를 필터링 하는 제1필터 수단; 상기 트랙 위치 에러의 샘플링 수에 대응되는 어드레스를 가지며, 각 어드레스 마다 해당 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력값이 저장된 메모리 수단; 상기 메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 필터링하는 제2필터 수단; 및 상기 제1필터 수단의 출력과 제2필터 수단의 출력을 가산하는 회로; 상기 메모리 수단에 입력하는 가산 수단을 포함함을 특징으로 하고, 이때 상기 메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 이용해 트랙 위치 에러가 보상된 후, 그 보상 결과가 소정 기준을 충족하지 않으면 상기 수단들의 동작이 다시 수행되고 그때마다 상기 메모리 수단의 제어 입력값이 업데이트되어 저장됨을 특징으로 한다.

<26> 상기 메모리 수단에 한 주기의 트랙 에러를 보상하기 위한 최종적 제어 입력 값들이 저장되면, 그 값들을 상기 트랙 주기에 발생하는 펄스 에지 타이밍에 대응하여 저장하는 제2메모리 수단; 및 제2메모리 수단에 저장된 제어 입력값들을 보간하는 보간 수단을 더 포함하고, 정상적인 광 기록매체 상의 트랙 제어시 상기 보간 수단으로부터 출력되는 제어입력을 이용해 트랙 위치 제어를 수행함이 바람직하다.

<27> 상기 다른 과제를 해결하기 위한, 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서

보 시스템에 부가적으로 부착되어 광 기록 매체상에 발생하는 편심등의 주기적 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 발생하는, 학습 제어식 외란 보상 모듈에 있어서, 상기 트랙 위치 에러를 필터링 하는 제1필터 수단; 상기 트랙 위치 에러의 샘플링 수에 대응되는 어드레스를 가지며, 각 어드레스 마다 해당 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력값이 저장된 제1메모리 수단; 상기 제1메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 필터링하는 제2필터 수단; 및 상기 제1필터 수단의 출력과 제2필터 수단의 출력을 가산하여 상기 제1메모리 수단에 입력하는 가산 수단; 상기 메모리 수단에 한 주기의 트랙 에러를 보상하기 위한 최종적 제어 입력 값들이 저장되면, 그 값들을 상기 트랙 주기에 발생하는 펄스 에지 타이밍에 대응하여 저장하는 제2메모리 수단; 및 제2메모리 수단에 저장된 제어 입력값들을 보간하는 보간 수단을 더 포함함을 특징으로 하고, 이때 상기 제1메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 이용해 트랙 위치 에러가 보상된 후, 그 보상 결과가 소정 기준을 충족하지 않으면 상기 제1, 제2필터 수단, 가산 수단 및 제1메모리 수단 동작이 다시 수행되고 그때마다 상기 제1메모리 수단의 제어 입력값이 업데이트되어 저장되고, 정상적인 광 기록매체 상의 트랙 위치 제어시 상기 보간 수단으로부터 출력되는 제어입력을 이용해 트랙 위치 제어를 수행함을 특징으로 한다.

<28> 외란으로 인한 한 주기의 트랙 위치 제어에 대한 보상 제어 입력값을 얻기 위해 제1메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 출력하고, 상기 주기 동안의 외란 보상을 위한 제어 입력값이 얻어져 제1메모리 수단에 모두 저장되었을 때 상기 보간 수단으로부터 출력을 선택하는 멀티플렉서 수단을 더 포함함이 바람직하다.

<29> 상기 과제를 해결하기 위한, 광 기록/재생 장치에서 광 기록 매체상에 발생하는 편심등의 주기적 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 발생하는, 학

습 제어식 외란 보상 방법은, 외란 보상을 위한 제어 입력의 필요 여부를 판단하는 제1 단계; 제1단계에서 제어 입력 필요시, 광 기록 매체의 일정한 트랙상에 발생하는 한 주기의 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 피드포워드(feed-forward) 제어 입력을 구하는 제2단계; 상기 제2단계의 피드포워드 제어 입력을 트랙 구동 스피들의 위상에 따른 제어 입력값으로 변환하여 저장하는 제3단계; 및 상기 제3단계에서 변환된 제어 입력값들을 이용하여 상기 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하는 제4단계를 포함함을 특징으로 한다.

<30> 상기 제1단계는, 광 기록 매체상의 트래킹(tracking) 제어 시작전에 디스크의 편심 크기와 같은 주기적 외란의 크기로 인한 트랙 위치 에러를 측정하여 그 에러 크기가 소정값 이상이면 외란 보상 제어 입력이 필요하다고 판단하는 것임이 바람직하다.

<31> 상기 제2단계는, 트랙 회전을 한 번의 제어과정이라고 할 때, k 번째 시도된 제어 입력 결과를 $u_k(t)$, 이때 측정된 트랙 위치 에러를 $e_k(t)$ 라고 하면, k+1 번째 시도된 제어 입력 결과 $u_{k+1}(t)$ 가 다음의 수학식 1과 같이 산출되며,

<32> 【수학식 1】

$$U_{k+1}(s) = P(s)U_k(s) + Q(s)E_k(s), U_0 = 0$$

<33> 여기서, $U_{k+1}(s)$, $U_k(s)$, $E_k(s)$ 는 각각, $u_{k+1}(t)$, $u_k(t)$, $e_k(t)$ 의 라플라스 변환이고, $P(s)$, $Q(s)$ 는 $U_{k+1}(s)$ 가 수렴하도록 결정된 제어 계수로서, 위의 수학식 1의 반복적인 실시 결과 최종적으로 주기적인 피드포워드 제어 입력이 얻어짐이 바람직하다.

<34> 상기 최종적인 피드포워드 제어 입력이 얻어지기 전까지, 제2단계에서 얻어지는 피드포워드 제어 입력이 트랙 위치 에러 보상에 적용되며, 한 주기의 트랙 위치 에러에 대

한 최종 피드포워드 제어 입력이 얻어진 후 부터 상기 제3단계의 위상에 따라 대응되도록 변환된 제어 입력이 트랙 위치 에러 보상에 적용됨이 바람직하다.

<35> 제3단계 실시후 저장된 값들을 상호 보간하여 그 값을 외란 보상 제어 입력값으로

사용하는 추가 단계를 더 구비함이 바람직하다.

이하에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

도 5는 본 발명의 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템의 블록 다이어

그램이다. 이 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템은, 액츄에이터

수단(500), 오차 검출 수단(510), 보상기 수단(520), 제1메모리 수단(530), 제2메모리 수단

(540) 및 가산 수단(550)을 구비한다.

<38> 액츄에이터 수단(500)은 광 기록 매체 상에 데이터를 기록하거나 기록된 데이터를

재생하기 위한 헤드(픽업 헤드 등)의 위치를 변경하기 위한 것이다. 오차 검출 수단

(510)은 상기 기록매체 상의 기준 위치와 헤드의 실제 위치 사이의 차이(위치 에러)를

검출한다. 보상기 수단(520)은 오차 검출 수단(510)으로부터의 출력값을 받아 그에 따

라 위치 에러를 줄이기 위한 소정의 알고리즘을 적용하여 액츄에이터 수단을 구동할 출

력값을 생성한다. 제1메모리 수단(530)은 광 기록매체상의 편심등의 주기적 외란에 기

인한 액츄에이터 수단(500)의 한 주기 동안의 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을

저장한다. 제1메모리 수단(530)은, 상기 위치 에러가 소정값 이하가 될 때까지, 상기

위치 에러를 필터링한 값과, 이전에 제1메모리 수단에 저장되어 있던 값을 필터링한 값

이 더해진 결과가 이전에 제1메모리에 저장된 값에 업데이트되는 동작의 반복을 통해,

정해진 회전 시간 동안에 발생하는 상기 위치 에러 보상을 위한 제어 입력(들)을 저장한

다. 이렇게 이전에 발생된 제어 입력과 그에 따른 에러 보상 결과(위치 에러로서 나타

나는)를 반복적으로 더한 값을 취함으로써 가장 적합한 제어 입력을 결정하는 것을 학습 제어라고 할 수 있다. 반복 횟수가 길어질 수록 더한 값의 결과가 수렴되어 지도로 필터링 계수를 정해야 한다. 제2메모리 수단(540)은 학습 제어가 모두 끝난 후, 제1메모리 수단(530)에 저장된 내용을 위상에 따라 변환 저장하는 것으로, 이는 기록 매체 재생 배속의 변화에 따른 스피들의 회전수에 관계없이, 한 주기의 위치 에러 신호에 대한

보상 제어 입력이 저장된 제1메모리 수단(530)의 그 제어 입력값을 일정하게 이용하게 536

위한 것이다. 타이밍 제어 수단(550)은 위상에 따라 상기 제1메모리 수단과 제2메모리 수단의 어드레스를 발생하는 것으로, 기록 매체를 회전시키는 스피들 모터의 주파수(FG)를 이용하여 제1메모리 수단(530)에는 한 회전 주기 동안의 위치 에러에 대한 샘플링 횟수에 대응하는 어드레스를 발생시키고, 제2메모리 수단(540)에는 한 회전 주기 동안에 발생하는 FG의 상승 및 하강 에지 들의 갯수에 상응하는 어드레스를 발생시킨다. 가산기(560)는 제1메모리 수단(530) 또는 제2메모리 수단(540)의 출력을 보상기 수단(520)의 출력에 더하여 액츄에이터 수단(500)에 제공한다. 제2메모리 수단(540)의 제어 입력값이 가산기(560)로 인가되기 전에, 제2메모리 수단(540)의 각 어드레스간에 저장된 보상 제어 입력들을 보간하는 보간 수단(570)이 더 포함될 수 있다. 또한, 제1메모리 수단(530)에 제어 입력 값들이 저장되는 학습 제어 과정 도중에는 가산 수단(560)에 제1메모리 수단(530)의 제어 입력 값을 출력하고, 학습 제어 과정이 끝나면 보간 수단(570)으로부터의 제어 입력 값을 출력하는 멀티플렉서 수단(580)이 더 포함될 수 있다.

<39> 도 6은 본 발명에 따른 학습 제어식 외란 보상 모듈의 블록도로서, 이 학습 제어식 외란 보상 모듈은 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템의 기존 위치 에러 보상 제어기(도 2의 210)의 출력에, 광 기록 매체상에 발생하는 편심등의 주기

적 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 부가한다.

<40> 학습 제어식 외란 보상 모듈은, 제1필터수단(600), 메모리 수단(610), 제2필터수단(620) 및 가산수단(630)을 구비한다. 제1필터수단(600)은 트랙 위치 에러를 입력으로 삼아 필터링한다. 메모리 수단(610)은 트랙 위치 에러의 샘플링 수에 대응되는 어드레스를 가지며, 각 어드레스마다 해당 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력값이 저장된다. 메모리 수단(610)은, 제1필터수단(600)으로 입력되어오는 트랙 위치 에러가 소정값 이하가 될 때까지, 제1필터수단(600)을 거쳐 들어오는 위치 에러를 필터링한 값과, 이전에 메모리 수단(610)에 저장되어 있던 값을 제2필터 수단(620)에서 필터링한 값이 가산 수단(630)을 통해 더해진 결과가 입력되어 이전에 제1메모리에 저장된 값에 업데이트되는 동작의 반복을 통해, 정해진 트랙 회전 시간 동안에 발생하는 트랙 위치 에러 보상을 위한 제어 입력(들)을 저장한다. 이렇게 이전에 발생된 제어 입력과 그에 따른 에러 보상 결과(위치 에러로서 나타나는)를 반복적으로 더한 값을 취함으로써 가장 적합한 제어 입력을 결정하는 것을 학습 제어라고 할 수 있다. 반복하는 횟수가 길어질 수록 더한 값의 결과가 수렴되어 지도록 제1필터 수단(600) 및 제2필터수단(620)의 필터 특성 계수가 정해진다.

<41> 도 6의 학습 제어식 외란 보상 모듈에는, 광 기록 매체의 배속 변화에 대응하여 외란 보상을 위한 제어 입력값을 출력할 수 있기 위한, 제2메모리 수단(630) 및 보간 수단(640)이 더 추가될 수 있다. 제2메모리 수단(630)은 메모리 수단(610)에 한 주기의 트랙 에러를 보상하기 위한 최종적 제어 입력 값들이 저장되면, 그 값들을 한 트랙 회전 주기의 주파수에 걸쳐 발생하는 펄스 에지 타이밍에 대응하여 저장한다. 보간 수단(640)은 제2메모리 수단(630)에 저장되어 있지 않은 제어 입력 값들을 복원하기 위해

저장된 제어 입력들을 보간한다.

<42> 메모리 수단(610)에 제어 입력 값들이 저장되는 학습 제어 과정 도중에는 메모리 수단(610)의 제어 입력 값을 출력하고, 학습 제어 과정이 끝나면 보간 수단(640)으로부터 제어 입력 값을 출력하는 멀티플렉서 수단(650)이 더 포함될 수 있다.

<43> 도 7a는 도 6에서 한 트랙 회전 주기 동안 발생된 편심등의 주기적 외란 파형에 대해 샘플링 시점들과 그 트랙 회전 스핀들 위상을 나타내는 펄스 에지에 대응하는 시점들을 나타내는 예를 들어 표시한 것이다.

<44> 도 7b는 도 7a의 각 시점에 대응하여 도 5 및 도 6의 제1메모리 수단(530) 및 메모리 수단(610)에 저장되는 제어 입력 테이블의 예를 도시한 것이다.

<45> 도 8은 본 발명의 학습 제어식 외란 보상 방법의 동작 흐름도를 도시한 것이다.

학습 광 기록/재생 장치에서 광 기록 매체상에 발생하는 편심등의 주기적 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 발생하는, 학습 제어식 외란 보상 방법에서는, 우선 외란 보상을 위한 제어 입력의 필요 여부를 판단한다(800단계). 즉, 광 기록 매체상의 트래킹(tracking) 제어 시작전에 디스크의 편심과 같은 주기적 외란의 크기로 인한 트랙 위치 에러를 측정하여 그 에러 크기가 소정값 이상이면 외란 보상 제어 입력이 필요하다고 판단하는 것이다. 예를 들면, 광 기록매체가 광 디스크인 경우 디스크 드라이브 시스템의 포커싱(focusing) 동작을 수행하고, 그 후 트래킹 진입전에 디스크의 편심의 크기를 측정하고, 편심의 크기가 소정 기준에 비해 작으면 실제로 제어 시스템에 나타나는 외란의 크기가 작고 기존 제어기 만으로 보상이 충분히 이뤄지므로 학습 제어를 수행할 필요가 없다. 그러나 편심의 크기가 소정 기준 이상이면, 기존의 제어기 만으로는 보상이 불가능하므로 학습 제어 알고리즘을 통해 피드포워드 제어 입력

을 미리 산출해야 한다. 외란 보상을 위해 제어 입력이 필요하다고 판단되면, 광 기록

매체의 일정한 트랙상에 발생하는 한 주기의 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 피드포워드

제어(feed-forward) 제어 입력을 구한다(810단계). 트랙 회전을 한 번의 제어과정이라고

할 때, k 번째 시도된 제어 입력 결과를 $u_k(t)$, 이때 측정된 트랙 위치 에러를 $e_k(t)$ 라

하면, k+1 번째 시도된 제어 입력 결과 $u_{k+1}(t)$ 가 수학적 식 1과 같이 산출된다. 수학적

식 1은 한 주기의 반복적인 실시 결과 최종적으로 주기적인 피드포워드 제어 입력이 얻어지는

과정이다. 도 6의 제1메모리 수단(530) 및 메모리 수단(610)에 저장된다. 피드포워드 제어 입

력의 산출 과정은 일정한 트랙을 회전하여 그때 발생하는 일정한 트랙 위치 에러에 대해

반복 학습을 통해 보상 제어 입력값을 얻는 것이다. 이러한 학습 제어가 끝났으면(820

단계), 산출된 피드포워드 제어 입력을 트랙 구동 스피들의 위상에 따른 제어 입력값으

로 변환하여 저장한다(830단계). 이것은 한 주기의 트랙 회전 시간에 따른 제어 입력값

들을 트랙 회전의 위상에 따른 공간적 제어 입력값으로 변환하는 것이다. 실제로 디스

크 드라이브 시스템의 경우, CLV(Constant Linear Velocity) 제어나 디스크의 재생 배속

변화에 따라서 디스크 회전을 결정하는 스피들(트랙당)의 회전 속도가 수시로 변하는

경우가 생기게 된다. 이런 경우에는 820단계에서 산출된 제어 입력 결과들을 바로 이용

할 수 없게 되며, 새로운 학습 과정을 통해 배속 변화에 상응하는 제어 입력들을 다시

얻어야 한다. 따라서 830단계에서는 새로운 학습 과정을 더 이상 수행하지 않으면서 배

속 변화에 따른 편심, 즉 주기적 외란을 효과적으로 보상하기 위해 스피들의 위

상에 따른 값으로 변환시켜 저장해 놓고, 배속 변화시 이 값들을 이용하는 것이다. 도 9는 830단계에 의해 얻어진 결과를 이용하여 광 기록매체의 배속 변화에 대응한 에러 보상 제어 입력값들의 예를 도시하고 있다. 배속 변화시 회전 위상은 일정하고 회전 주파수만 변화하므로 830단계에서 얻어진 결과는 주파수 변화에 맞춰 그대로 적용가능하다. 한 제어 입력값은 회전 주파수 펄스의 에지들에서 생성된 것이므로, 에지와 에지 사이에서의 제어 입력값은 선형 보간 방법을 적용하여 복원되며(840단계); 이에 따라 연속 제어 입력 값들이 출력가능하게 된다.

<46> 도 10a와 도 10b는 본 발명을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우의 트랙 에러를, 각각 회전 속도를 달리하여 나타낸 시험 결과이다. 이 시험에서는 150 μm 의 편심 디스크가 이용되었다. CLV 제어나 디스크의 재생 속도 변화에 의한 스핀들의 회전수 변화에 효과적으로 대응하는지를 확인하기 위해 스핀들의 회전 속도를 각각 다르게 적용하였다. 도 10a와 도 10b에서, 본 발명에서 제안한 외란 보상 장치 및 방법을 이용하는 경우, CLV 제어나 디스크 재생 속도에 따른 스핀들 회전수 변화에 관계없이 편심을 포함한 주기적 외란 성분의 보상이 매우 효과적으로 이뤄진다는 것을 검증할 수 있다.

【발명의 효과】

<47> 본 발명에 의하면, 편심을 포함한 주기적 외란 성분에 대해, 기록매체의 재생 속도 변화에 따른 스핀들 속도 변화와 같은 주기 변화에 무관하게, 미리 학습된 제어 결과를 적용하여, 빠르고 효과적인 보상이 이뤄질 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

기록매체 상에 데이터를 기록하거나 기록된 데이터를 재생하기 위한 헤드의 위치를 변경하기 위한 액츄에이터 수단;

상기 기록매체 상의 기준 위치와 헤드의 실제 위치 사이의 차이(위치 에러)를 검출하기 위한 오차 검출 수단;

상기 오차 검출 수단으로부터의 출력값을 받아 액츄에이터 수단을 구동하기 위한 출력값을 생성하는 보상기 수단;

편심등의 주기적 외란등에 기인한 상기 액츄에이터 수단의 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 저장하는 제1메모리 수단;

제1메모리 수단의 내용을 위상에 따라 변환하여 저장하는 제2메모리 수단;

위상에 따라 상기 제1메모리 수단과 제2메모리 수단의 어드레스를 발생하는 타이밍 제어 수단; 및

제1메모리 수단 또는 제2메모리 수단의 출력을 보상기 수단의 출력과 함께 액츄에이터 수단에 가해주기 위한 가산 수단을 구비함을 특징으로 하는 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 제1메모리 수단은,

상기 위치 에러가 소정값 이하가 될 때까지, 상기 위치 에러를 필터링한 값과, 이전에 제1메모리에 저장되어 있던 값을 필터링한 값이 더해진 결과가 이전에 제1메모리에

저장된 값에 업데이트되는 동작의 반복을 통해, 정해진 회전 시간 동안에 발생하는 상기 위치 에러 보상을 위한 제어 입력(들)을 저장함을 특징으로 하는 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 더해진 결과가 반복 횟수가 길어질 수록 수렴하는 결과가 되도록 필터링 계수가 정해짐을 특징으로 하는 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 타이밍 제어 수단은,

상기 기록 매체를 회전시키는 스피들 모터의 속도(FG)를 이용하여 제1메모리 수단은 한 회전 주기 동안의 위치 에러에 대한 샘플링 횟수에 대응하는 어드레스를 발생시키고, 제2메모리 수단은 한 회전 주기 동안에 발생하는 FG의 상승 및 하강 에지들의 갯수에 상응하는 어드레스를 발생시킴을 특징으로 하는 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 제2메모리 수단의 각 어드레스에 저장된 보상 제어 입력들 간의 값을 보상하기 위해 보간을 수행하는 보간 수단을 더 포함함을 특징으로 하는 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

제1메모리 수단에 제어 입력 값들이 저장되는 과정 중에는 상기 가산 수단에 제1메모리 수단의 제어 입력 값을 출력하고, 그 과정이 끝나면 상기 보간 수단으로부터의 제어 입력 값을 출력하는 멀티플렉서 수단을 더 포함함을 특징으로 하는 광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템.

【청구항 7】

광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템에 부가적으로 부착되어 광 기록 매체상에 발생하는 편심등의 주기적 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 발생하는, 학습 제어식 외란 보상 모듈에 있어서,

상기 트랙 위치 에러를 필터링 하는 제1필터 수단;

상기 트랙 위치 에러의 샘플링 수에 대응되는 어드레스를 가지며, 각 어드레스마다 해당 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력값이 저장된 메모리 수단;

상기 메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 필터링하는 제2필터 수단; 및

상기 제1필터 수단의 출력과 제2필터 수단의 출력을 가산하여 상기 메모리 수단에 입력하는 가산 수단을 포함함을 특징으로 하고,

이때 상기 메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 이용해 트랙 위치 에러가 보상된 후, 그 보상 결과가 소정 기준을 충족하지 않으면 상기 수단들의 동작이 다시 수행되고 그때마다 상기 메모리 수단의 제어 입력값이 업데이트되어 저장됨을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 모듈.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 메모리 수단에 한 주기의 트랙 에러를 보상하기 위한 최종적 제어 입력 값들이 저장되면, 그 값들을 상기 트랙 주기에 발생하는 펄스-에지 타이밍에 대응하여 저장하는 제2메모리 수단; 및

제 2메모리 수단에 저장된 제어 입력값들을 보간하는 보간 수단을 더 포함함을 특징으로 하고,

더하여 정상적인 광 기록매체 상의 트랙 제어시 상기 보간 수단으로부터 출력되는 제어입력을 이용해 트랙 위치 제어를 수행함을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 모듈.

【청구항 9】

제7항에 있어서,

상기 제1필터 및 제2필터의 필터 계수는, 트랙 위치 에러 값이 소정 값으로 되기 전에, 각각 트랙 제어 에러 및 메모리 수단으로부터의 제어 입력값과 컨벌루션하여 더해지는 횟수가 증가할 수록 그 결과가 수렴되게 정해짐을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 모듈.

【청구항 10】

광 기록/재생 장치의 광 기록 매체 드라이브 서보 시스템에 부가적으로 부착되어 광 기록 매체상에 발생하는 편심등의 주기적 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 발생하는, 학습 제어식 외란 보상 모듈에 있어서,

상기 트랙 위치 에러를 필터링 하는 제1필터 수단;

상기 트랙 위치 에러의 샘플링 수에 대응되는 어드레스를 가지며, 각 어드레스마다 해당 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력값이 저장된 제1메모리 수단;

상기 제1메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 필터링하는 제2필터 수단; 및

상기 제1필터 수단의 출력과 제2필터 수단의 출력을 가산하여 상기 제1메모리 수단에 입력하는 가산 수단;

상기 메모리 수단에 한 주기의 트랙 에러를 보상하기 위한 최종 제어 입력값들이 저장되면, 그 값들을 상기 트랙 주기에 발생하는 펄스 에지 타이밍에 대응하여 저장하는 제2메모리 수단; 및

제2메모리 수단에 저장된 제어 입력값들을 보간하는 보간 수단을 더 포함함을 특징으로 하고,

이때 상기 제1메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 이용해 트랙 위치 에러가 보상된 후, 그 보상 결과가 소정 기준을 충족하지 않으면 상기 제1, 제2필터 수단, 가산 수단 및 제1메모리 수단 동작이 다시 수행되고 그때마다 상기 제1메모리 수단의 제어 입력값이 업데이트되어 저장되고,

정상적인 광 기록매체 상의 트랙 위치 제어시 상기 보간 수단으로부터 출력되는 제어입력을 이용해 트랙 위치 제어를 수행함을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 모듈.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 제1필터 및 제2필터의 필터 계수는, 트랙 위치 에러 값이 소정 값으로 되기

전에, 각각 트랙 제어 에러 및 메모리 수단으로부터의 제어 입력값과 컨벌루션하여 더해지는 횡수가 증가할 수록 그 결과가 수렴되게 정해짐을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 모듈.

【청구항 12】

제10항에 있어서,

외란으로 인한 한 주기의 트랙 위치 제어에 대한 보상 제어 입력값을 얻기 위하여 제1메모리 수단에 저장된 제어 입력값을 출력하고, 상기 주기 동안의 외란 보상을 위한 제어 입력값이 얻어져 제1메모리 수단에 모두 저장되었을 때 상기 보관 수단으로부터 출력되는 선택하는 멀티플렉서 수단을 더 포함함을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 모듈.

【청구항 13】

광 기록/재생 장치에서 광 기록 매체상에 발생하는 편심등의 주기적 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력을 발생하는, 학습 제어식 외란 보상 방법에 있어서,

외란 보상을 위한 제어 입력의 필요 여부를 판단하는 제1단계;

제1단계에서 제어 입력 필요시, 광 기록 매체의 일정한 트랙상에 발생하는 한 주기의 트랙 위치 에러를 보상하기 위한 피드포워드(feed-forward) 제어 입력을 구하는 제2단계;

상기 제2단계의 피드포워드 제어 입력을 트랙 구동 스피들의 위상에 따른 제어 입력값으로 변환하여 저장하는 제3단계; 및

상기 제3단계에서 변환된 제어 입력값들을 이용하여 상기 외란에 따른 트랙 위치 에러를 보상하는 제4단계를 포함함을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 방법.

【청구항 14】

제13항에 있어서, 상기 제1단계는,

광 기록 매체상의 트래킹(tracking) 제어 시작전에 디스크의 편심과 같은 주기적

오차에 의해 외란의 크기로 인한 트랙 위치 에러를 측정하여 그 에러 크기가 소정값 이상이면 외란 존재를

측정하여 보상 제어 입력이 필요하다고 판단하는 것임을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 방

법.

【청구항 15】

제13항에 있어서, 상기 제2단계는,

트랙 회전을 한 번의 제어과정이라고 할 때, k 번째 시도된 제어 입력 결과를 u_k

라 하며, 이때 측정된 트랙 위치 에러를 $e_k(t)$ 라고 하면, k+1 번째 시도된 제어 입력 결과

$u_{k+1}(t)$ 가 다음의 수학적 식 1과 같이 산출되며,

<수학적 식 1>

$$U_{k+1}(s) = P(s)U_k(s) + Q(s)E_k(s), U_0 = 0$$

여기서, $U_{k+1}(s)$, $U_k(s)$, $E_k(s)$ 는 각각, $u_{k+1}(t)$, $u_k(t)$, $e_k(t)$ 의 라플라스 변환이고,

$P(s)$, $Q(s)$ 는 $U_{k+1}(s)$ 가 수렴하도록 결정된 제어 계수로서, 위의 수학적 식 1의 반복적인

실행 결과 최종적으로 주기적인 피드포워드 제어 입력이 얻어짐을 특징으로 하는 학습

제어식 외란 보상 방법.

【청구항 16】

제15항에 있어서,

상기 최종적인 피드포워드 제어 입력이 얻어지기 전까지, 제2단계에서 얻어지는 피드포워드 제어 입력이 트랙 위치 에러 보상에 적용되며, 한 주기의 트랙 위치 에러에 대한 최종 피드포워드 제어 입력이 얻어진 후 부터 상기 제3단계의 위상에 따라 대응되도록 변환된 제어 입력이 트랙 위치 에러 보상에 적용됨을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 방법.

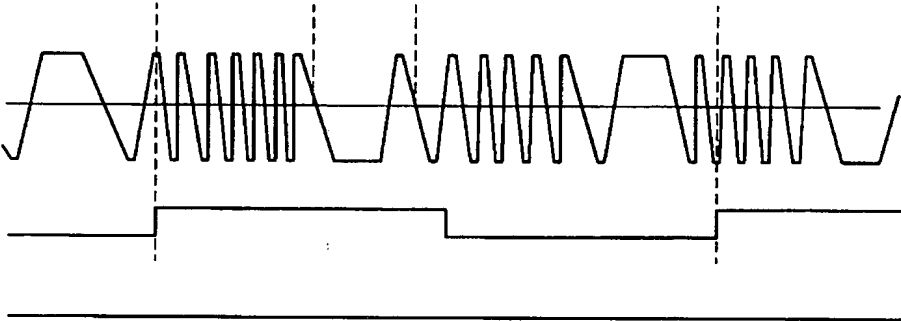
【청구항 17】

제13항에 있어서, 상기 제3단계는,

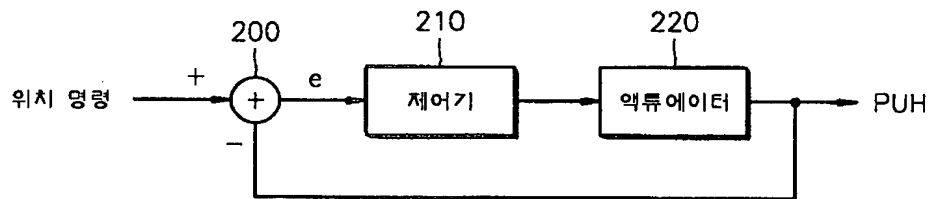
제3단계 실시후 저장된 값들을 상호 보간하여 그 값을 외란 보상 제어 입력값으로 하는 추가 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 학습 제어식 외란 보상 방법.

【도면】

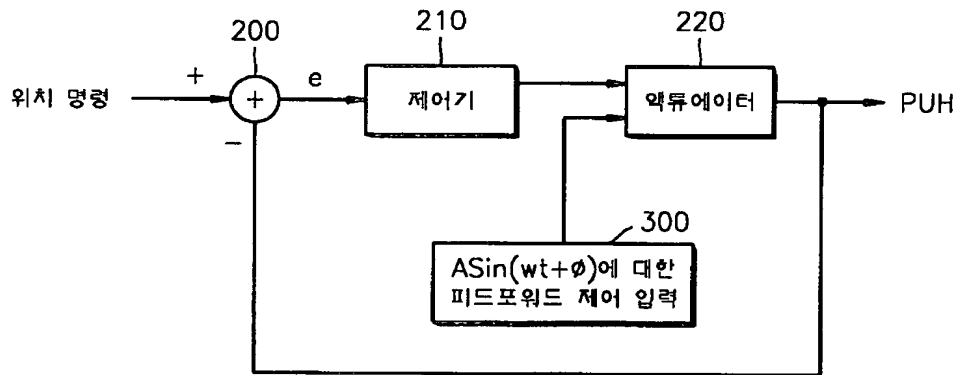
【도 1】



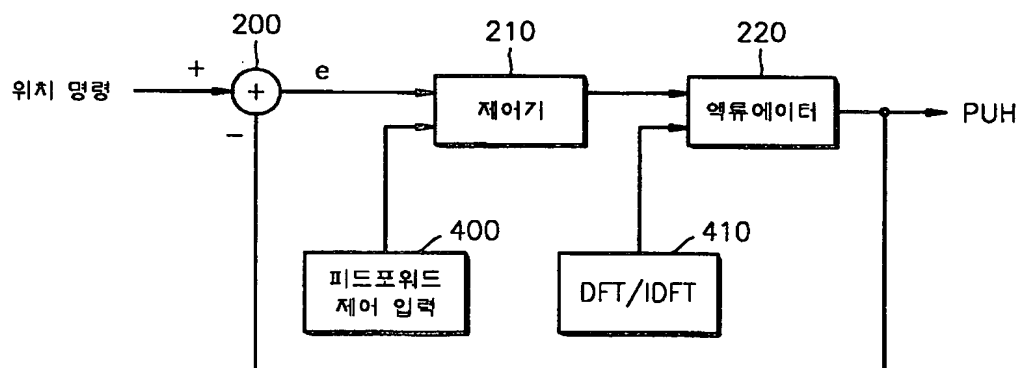
【도 2】



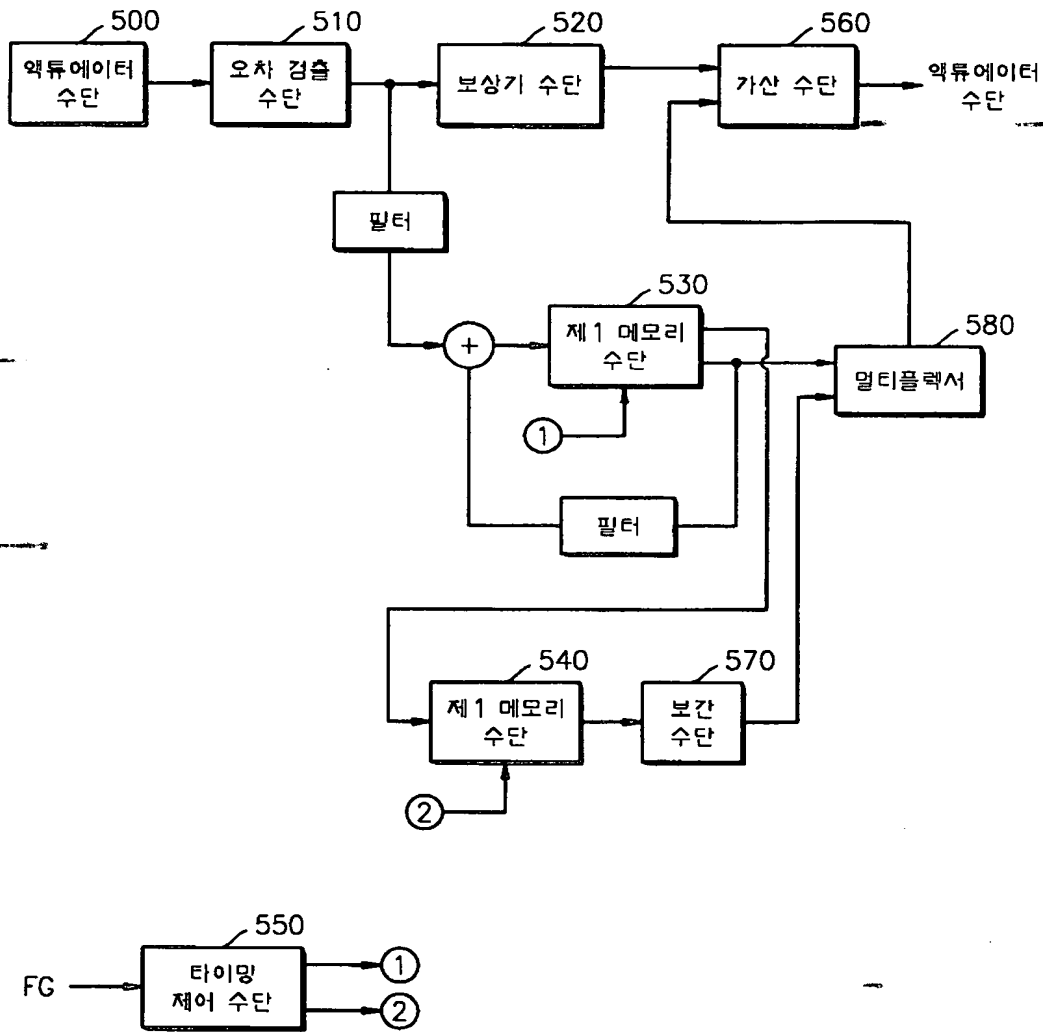
【도 3】



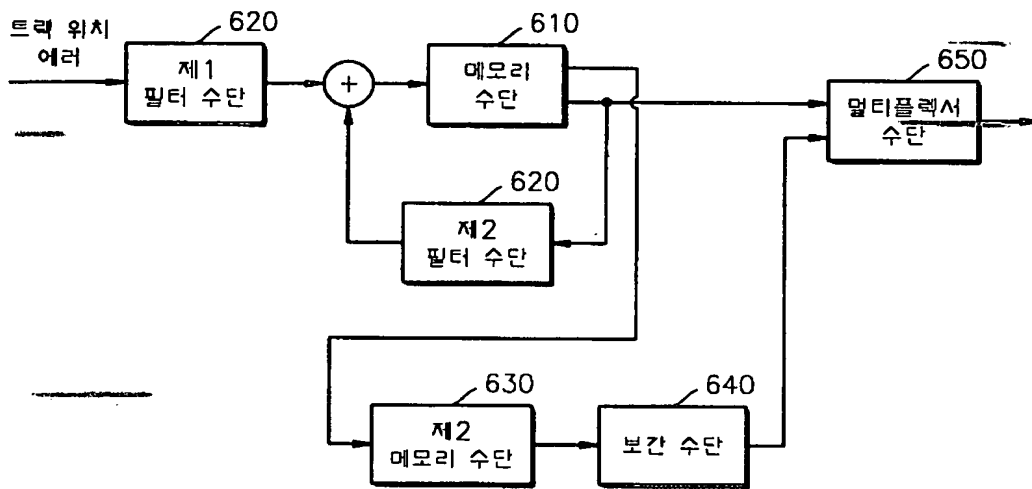
【도 4】



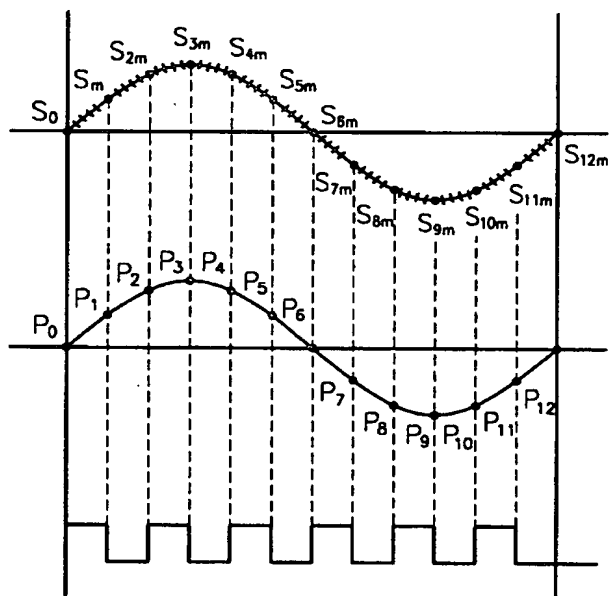
【도 5】



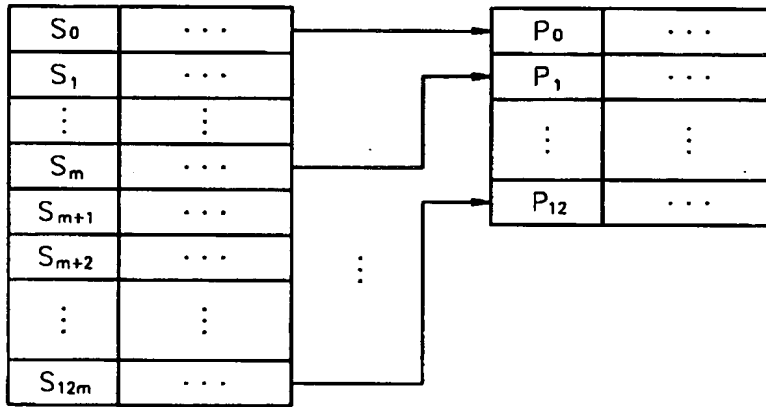
【도 6】



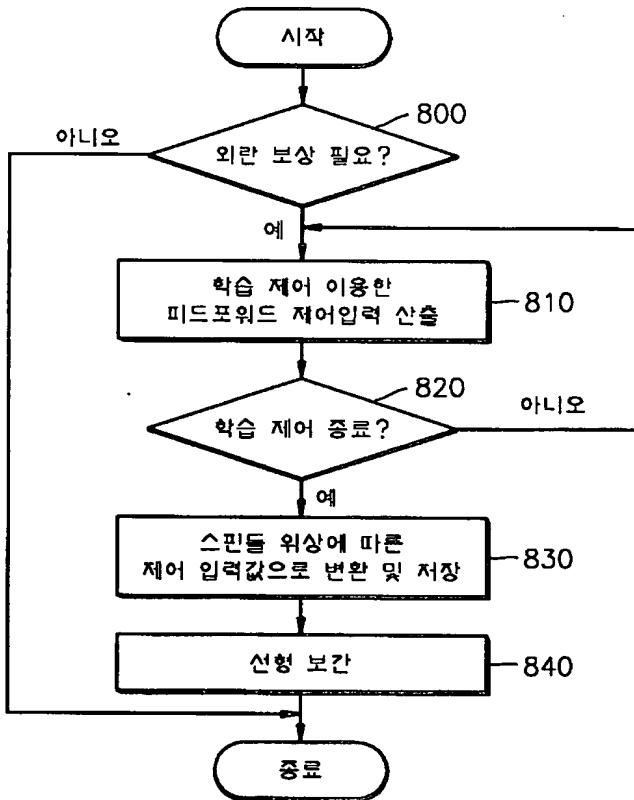
【도 7a】



【도 7b】

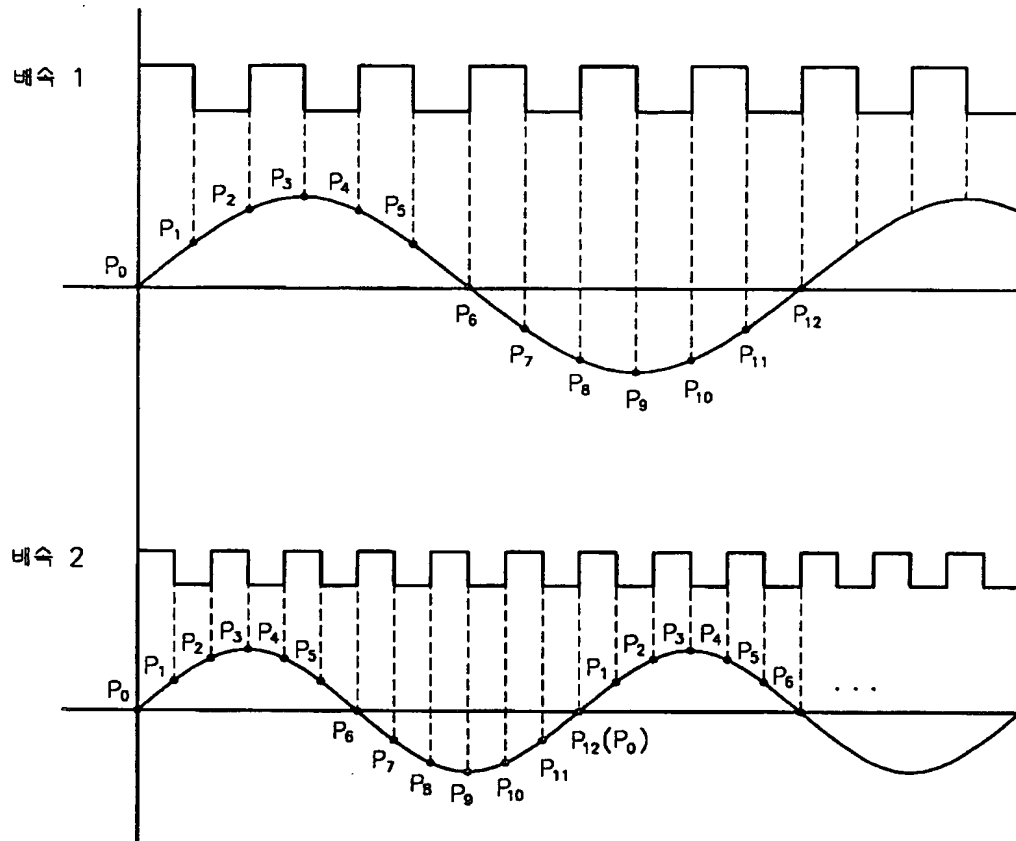


【도 8】



AVAILABLE COPY

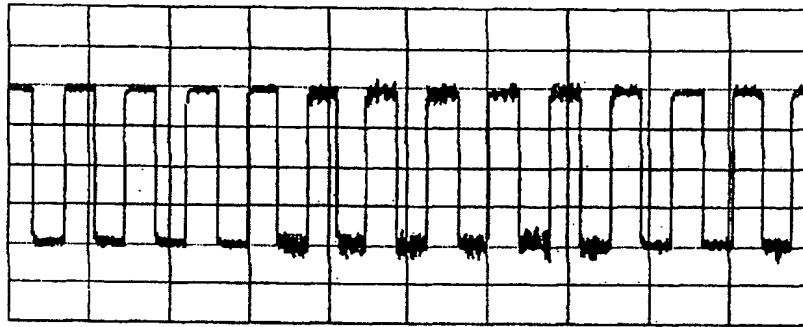
【도 9】



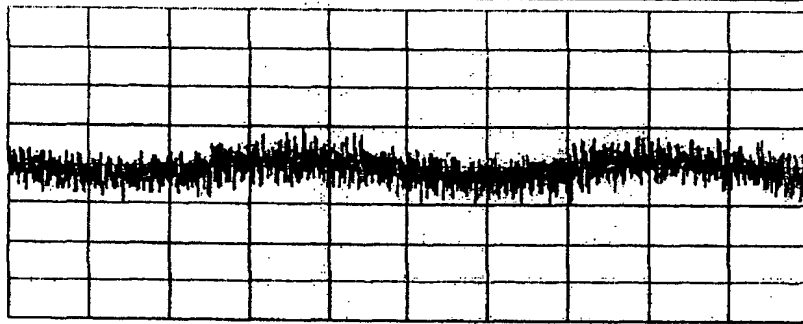
NOT AVAILABLE COPY

【도 10a】

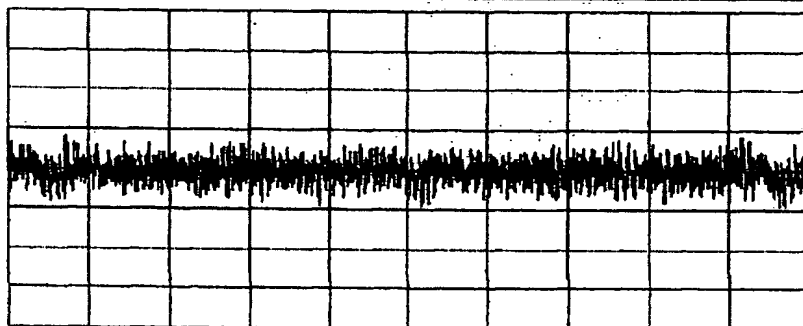
스핀들 속도



피드포워드 입력을
사용하지 않은
경우의 트랙 에러



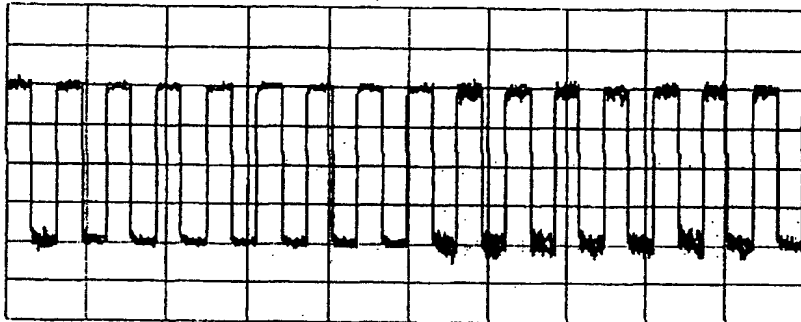
피드포워드 입력을
사용한 경우의
트랙 에러



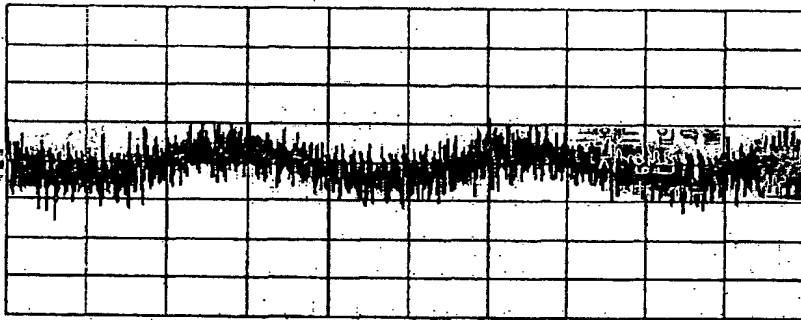
BEST AVAILABLE COPY

【도 10b】

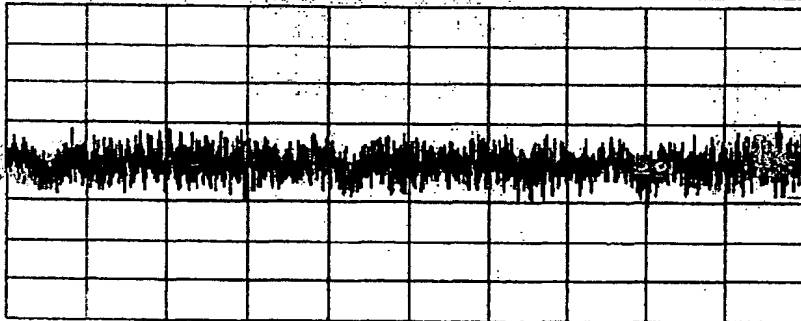
스핀들 속도



에어컨이 작동하는 경우의 온도



에어컨이 작동하지 않는 경우의 온도



NOT AVAILABLE COPY